

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ**

ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

*(для студентів 4-го курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»
спеціальності «Охорона праці в будівництві»)*

Харків – ХНУМГ – 2013

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Основи пожежної безпеки» (для студентів 4-го курсу денної форми навчання за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Охорона праці в будівництві»)/ Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Г. В. Фесенко. – Х.: ХНУМГ, 2013. – 28 с.

Укладач Г. В. Фесенко

Методичні вказівки побудовані за вимогами кредитно-модульної системи організації навчального процесу.

Рецензент: доц. Я. О. Серіков

Рекомендовано кафедрою «Безпека життєдіяльності»,
протокол № 21 від 22.05.2012 р.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВИЗНАЧЕННЯ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ ІСКОР (КРАПЕЛЬ МЕТАЛІВ)

Мета – оволодіти навичками визначення кількості теплоти, яку крапля метала здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури його самозаймання.

Зміст роботи

Загальні відомості

Електричні іскри (краплі металу) утворюються при короткому замиканні електропроводки, електрозварюванні та при плавленні електродів електричних ламп розжарювання загального призначення.

Розмір крапель металу при цьому досягає 3 мм (при стельовому зварюванні – 4 мм). При короткому замиканні й під час електрозварювання частинки вилітають у всіх напрямках і їхня швидкість не перевищує 10 та 4 м·с⁻¹ відповідно.

Температура крапель залежить від виду металу й дорівнює температурі плавлення. Температура крапель алюмінію при короткому замиканні досягає 2500 °С, температура зварювальних часток і нікелевих часток ламп розжарювання досягає 2100 °С.

Розмір крапель при різанні металу досягає 15–26 мм, швидкість – 1 м·с⁻¹, температура – 1500 °С. Температура дуги при зварюванні та різанні досягає 4000 °С, тому дуга є джерелом займання всіх горючих речовин.

Зона розльоту часток при короткому замиканні залежить від висоти розташування дроту, початкової швидкості польоту часток, кута вильоту й носить імовірнісний характер.

При висоті розташування дроту 10 м імовірність потрапляння часток на відстань 9 м становить 0,06; 7 м – 0,45 та 5 м – 0,92; при висоті розташування 3 м імовірність потрапляння часток на відстань 8 м становить 0,01, 6 м – 0,29 і 4 м – 0,96, а при висоті 1 м імовірність розльоту часток на 6 м – 0,06, 5 м – 0,24, 4 м – 0,66 і 3 м – 0,99.

Завдання

1. Вивчити положення пункту 3 додатка 3 до ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

2. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 1.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

Таблиця 1.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Метал, крапля якого розлітається	
Горюча речовина, у бік якої летить крапля металу	
Прискорення вільного падіння g , $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$	9,81
Висота падіння краплі H , м	
Діаметр краплі d_k , м	
Температура краплі на початку польоту $T_{\text{поч}}$, К	
Щільність металу ρ_k , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	
Температура плавлення металу $T_{\text{пл}}$, К	
Питома теплоємність розплавлення металу C_p , $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	
Питома теплота кристалізації металу $C_{кр}$, $\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$	
Температура самозаймання горючої речовини $T_{\text{сп}}$, К	
Температура повітря у приміщенні T_0 , К	
Коефіцієнт теплопровідності повітря λ_n , $\text{Вт} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	$2,2 \cdot 10^{-2}$
Коефіцієнт кінематичної в'язкості повітря λ_v , $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	$1,51 \cdot 10^{-5}$

3. Визначити кількість теплоти, яку крапля металу здатна віддати горючому середовищу при охолодженні до температури його самозаймання.

Порядок виконання завдання

1. Визначається середня швидкість польоту краплі при вільному падінні:

$$\omega_k = 0,5 \sqrt{2 \cdot g \cdot H}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (1.1)$$

2. Визначається час польоту краплі:

$$\tau = \frac{H}{\omega_k}, \text{ с}. \quad (1.2)$$

3. Визначається об'єм краплі:

$$V_k = \frac{\pi d_k^3}{6} = 0,524 \cdot d_k^3, \text{ м}^3. \quad (1.3)$$

4. Визначається маса краплі:

$$m_k = V_k \cdot \rho_k, \text{ кг}. \quad (1.4)$$

5. Визначається площа поверхні краплі:

$$S_k = 0,785 \cdot d_k^2, \text{ м}^2. \quad (1.5)$$

6. Визначається число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega_k \cdot d_k}{\lambda_v}. \quad (1.6)$$

7. Визначається критерій Нуссельта:

$$Nu = 0,62 \cdot Re^{0,5}. \quad (1.7)$$

8. Визначається коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_n}{d_k}, \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}^{-1}. \quad (1.8)$$

9. Визначається час польоту краплі у розплавленому стані:

$$\tau_p = \frac{C_p \cdot m_k}{\alpha \cdot S_k} \cdot \ln \frac{T_{ноч} - T_0}{T_{пл} - T_0}, \text{ с.} \quad (1.9)$$

10. Визначається час польоту краплі, протягом якого здійснюється її кристалізація:

$$\tau_{кр} = \frac{m_k \cdot C_{кр}}{\alpha \cdot S_k \cdot (T_{пл} - T_0)}, \text{ с.} \quad (1.10)$$

11. Визначається кінцева температура краплі:

$$T_{кін} = \begin{cases} T_0 + (T_{ноч} - T_0) \cdot \exp \left(-\frac{\alpha \cdot S_k}{C_p \cdot m_k} \cdot \tau \right), K, \text{ якщо } \tau \leq \tau_p; \\ T_{пл}, K, \text{ якщо } \tau_p < \tau \leq (\tau_p + \tau_{кр}); \\ T_0 + (T_{пл} - T_0) \cdot \exp \left\{ -\frac{\alpha \cdot S_k}{C_{кр} \cdot m_k} \cdot [\tau - (\tau_p + \tau_{кр})] \right\}, K, \\ \text{якщо } \tau > (\tau_p + \tau_{кр}). \end{cases} \quad (1.11)$$

12. Визначається кількість тепла, що віддається краплею металу горючій речовині, на яку вона потрапила:

$$W = V_k \cdot \rho_k \cdot C_{кр} \cdot (T_{кін} - T_{сп}), \text{ Дж.} \quad (1.12)$$

Контрольні запитання

1. За яких умов утворюються електричні іскри (краплі металу)?
2. Від чого залежить температура крапель?
3. Назвіть приклади температур для крапель різних металів.
4. Що є джерелом запалювання всіх горючих речовин?
5. Від чого залежить зона розльоту часток при короткому замиканні?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

РОЗРАХУНОК МЕЖІ ВОГНЕСТІЙКОСТІ СТИСНЕНОГО ДЕРЕВ'ЯНОГО СТОЯКА

Мета роботи – визначити інтервал часу від початку пожежі, протягом якого несуча здатність стояка зменшиться настільки, що виявиться меншою, ніж зовнішнє навантаження.

Зміст роботи

Загальні відомості

Дерев'яні будівельні конструкції, що зазнають впливу вогню, практично не чинять опору до розповсюдження полум'я та вважаються конструкціями, що згорають.

Утрата несучої здатності дерев'яних конструкцій – наслідок обгорання несучих елементів, що призводить до поступового зменшення їхнього робочого перетину та зростання напруги в робочому перетині за незмінного зовнішнього навантаження. Граничний стан конструкції за втратою несучої здатності настає в момент, коли напруги в робочому перетині дорівнюють нормативним.

Завдання

1. Ознайомитися з порядком розв'язання задачі 2.5 [2].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 2.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметру
Розрахунковий опір при стисканні R_{ct} , $\text{кН}\cdot\text{см}^2$	
Розміри перерізу стояка $b = h$, мм	
Висота (довжина) стояка l , м	
Максимальне поздовжнє навантаження N_{max} , кН	
Вид деревини	сосна
Нормативна величини обвуглювання σ , $\text{мм}\cdot\text{хв}^{-1}$	2

3. Визначити інтервал часу від початку пожежі, протягом якого несуча здатність стояка зменшиться настільки, що виявиться меншою, ніж зовнішнє навантаження.

Порядок виконання роботи

1. Визначається несуча здатність стояка до пожежі.

- 1.1 Визначається радіус інерції:

$$i = 0,0289 \cdot b, \text{ см.} \quad (2.1)$$

- 1.2 Визначається гнучкість стояка:

$$\lambda = 100 \cdot l / i. \quad (2.2)$$

- 1.3 Визначається коефіцієнт поздовжнього вигину:

$$\varphi = \begin{cases} 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100}\right)^2, & \text{якщо } \lambda \leq 70; \\ \frac{3100}{\lambda^2}, & \text{якщо } \lambda > 70. \end{cases} \quad (2.3)$$

1.4 Визначається несуча здатність стояка до пожежі:

$$N = \varphi \cdot 0,01 \cdot h \cdot b \cdot R_{cm}, \text{ кН}. \quad (2.4)$$

2. Тривалість пожежі умовно розбивається на інтервали часу по 3 хвилини. Розраховується несуча здатність стояка через 3 хвилини від початку вогневого впливу.

2.1 Визначається площа перерізу стояка:

$$A_3 = (0,1 \cdot b - 3 \cdot 0,2 \cdot \sigma)^2, \text{ см}^2. \quad (2.5)$$

2.2 Визначається радіус інерції перерізу:

$$i_3 = 0,289 \cdot \sqrt{A_3}, \text{ см}. \quad (2.6)$$

2.3 Визначається гнучкість стояка:

$$\lambda_3 = 100 \cdot l / i_3. \quad (2.7)$$

2.4 Визначається коефіцієнт поздовжнього вигину:

$$\varphi_3 = \begin{cases} 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda_3}{100}\right)^2, \text{ якщо } \lambda_3 \leq 70; \\ \frac{3100}{\lambda_3^2}, \text{ якщо } \lambda_3 > 70. \end{cases} \quad (2.8)$$

2.5 Визначається несуча здатність стояка:

$$N_3 = \varphi_3 \cdot A_3 \cdot R_{cm}, \text{ кН}. \quad (2.9)$$

2.6 Якщо $N_3 < N_{max}$, то інтервал часу у 3 хвилини буде межею вогнестійкості дерев'яного стояка, якщо $N_3 \geq N_{max}$, то треба здійснити розрахунок за пунктами 2.1 – 2.5, але вже для 6 хвилини від початку вогневого впливу, і так далі, поки розрахункова несуча здатність дерев'яного стояка не вийде меншою, ніж зовнішнє навантаження. Коли $N_n < N_{max}$, тоді той інтервал часу й буде межею вогнестійкості дерев'яного стояка.

Контрольні запитання

1. Які граничні стани Ви знаєте?
2. Чим визначається межа вогнестійкості будівельної конструкції?
3. Унаслідок чого настає втрата несучої здатності дерев'яної конструкції?
4. У який момент настає граничний стан дерев'яної конструкції за втратою несучої здатності?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНОГО ЧАСУ ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ ПРИМІЩЕННЯ ПІДГОТОВЧОГО ЦЕХУ ЛЬОНОКОМБІНАТУ У ВИПАДКУ ПОЖЕЖІ

Мета – оволодіти навичками розрахунку необхідного часу евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі.

Зміст роботи

Загальні відомості

Характерна особливість сучасного будівництва – збільшення кількості будівель із масовим перебуванням людей. До таких будівель можна зарахувати й виробничі приміщення. Пожежі у приміщеннях цих будівель нерідко супроводжуються травмуванням і загибеллю людей. У першу чергу, це стосується пожеж, що швидко розповсюджуються.

Вони є реальною небезпекою для людини вже за декілька хвилин після виникнення й інтенсивної дії на людей небезпечних чинників пожежі (НЧП). Найбільш надійний спосіб гарантування безпеки людей у таких умовах – своєчасна евакуація з приміщення, в якому виникла пожежа.

Кожен об'єкт мусить мати таке об'ємно-планувальне й технічне виконання, за якого евакуація людей із приміщення була завершена до моменту досягнення НЧП гранично допустимих значень. У зв'язку з цим кількість, розміри та конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів визначаються залежно від необхідного часу евакуації, тобто часу, протягом якого люди мають покинути приміщення, не зазнавши небезпечного для життя і здоров'я впливу пожежі.

Дані щодо необхідного часу евакуації є також вихідною інформацією для розрахунку рівня надання безпеки людей при пожежах у будівлях. Неправильне визначення необхідного часу евакуації може призвести до ухвалення неправильних проектних рішень і збільшення вартості будівель або до недостатнього гарантування безпеки людей у разі виникнення пожежі.

Необхідний час евакуації розраховується як добуток критичної для людини тривалості пожежі на коефіцієнт безпеки.

Під *критичною тривалістю пожежі* розуміють час, після закінчення якого виникає небезпечна ситуація внаслідок досягнення одним з НЧП гранично допустимого для людини значення. При цьому передбачається, що кожен небезпечний чинник впливає на людину незалежно від інших, оскільки комплексна дія тих різних якісних і кількісних поєднань НЧП, що змінюються в часі, характерних для початкового періоду розвитку пожежі, оцінити наразі неможливо.

Коефіцієнт безпеки враховує можливу похибку при розв'язанні поставленої задачі. Він приймається таким, що дорівнює 0,8.

Таким чином, *необхідний час евакуації* – нормований проміжок часу до настання критичних значень НЧП, протягом якого люди мають залишити приміщення, будівлю, споруду.

Для визначення необхідного часу евакуації людей із приміщення, потрібно знати динаміку НЧП у зоні перебування людей (робочій зоні) та гранично допустимі для людини значення кожного з них.

До НЧП, які становлять найбільшу небезпеку для людей у приміщенні в початковий період пожежі, що швидко розвивається, можуть бути віднесені:

- підвищена температура середовища;
- дим, що призводить до втрати видимості;
- токсичні продукти горіння;
- знижена концентрація кисню.

Розрахункові формули отримано з урахуванням таких припущень:

- крізь відкриті отвори відбувається тільки витіснення газу з приміщення;
- абсолютний тиск газу у приміщенні під час пожежі не змінюється;
- відношення тепловтрат у будівельні конструкції до теплової потужності вогнища пожежі постійне в часі;
- властивості середовища й питомі характеристики матеріалу (найнижча робоча теплота згорання, димоутворювальна здатність, питомий вихід токсичних газів тощо), що горить при пожежі, постійні;
- залежність вигорілої маси матеріалу від часу є статечною функцією.

Запропонований порядок розрахунку для виконання студентами завдання є справедливим для розрахунку необхідного часу евакуації при пожежах, що швидко розповсюджуються у приміщеннях із середнім за цей період темпом збільшення температури середовища більше $30 \text{ град} \cdot \text{хв}^{-1}$.

Такі пожежі характеризуються наявністю біля стін циркуляційних струменів і відсутністю чіткої межі шару диму.

Використання розрахункових формул для пожеж із меншим темпом зростання температури призведе до заниження величини необхідного часу евакуації, тобто до збільшення запасу надійності при розв'язанні задачі.

Завдання

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 3.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).
2. Визначити критичну тривалість пожежі для кожної з обраних схем її розвитку.
3. Визначити найбільш небезпечну схему розвитку пожежі.
4. Визначити необхідний час евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Параметри приміщення	$L, \text{ м}$	
	$S, \text{ м}$	
	$H, \text{ м}$	
Маса льону, рівномірно розкладеного на підлозі $M_1, \text{ кг}$		
Маса льону, розташованого на стрічці транспортера $M_2, \text{ кг}$		
Ширина стрічки транспортера $b, \text{ м}$		
Параметр n_1		3
Параметр n_2		2
Висота відмітки зони перебування людей над підлогою приміщення $h_{\text{відм}}, \text{ м}$		

Продовження табл. 3.1

Різниця висот підлоги δ , м	
Питома масова швидкість вигорання Ψ , $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$	$21,3 \cdot 10^{-3}$
Питома теплоємність матеріалу C_p , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	$1,985 \cdot 10^{-3}$
Коефіцієнт тепловтрат φ	0,2
Коефіцієнт повноти горіння η	0,95
Нижня теплота згорання Q , $\text{МДж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$	15,7
Питома швидкість поширення полум'я v , $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	0,05
Початкова температура у приміщенні t_0 , $^{\circ}\text{C}$	20
Коефіцієнт відбиття предметів на шляху евакуації α	
Початкова освітленість шляхів евакуації E , лк	
Димоутворююча здатність матеріалу D , $\text{гн} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$	3,37
Питоме споживання кисню при пожежі $L(\text{O}_2)$, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$	1,83
Питомий вихід чадного газу при пожежі $L(\text{CO})$, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$	0,0039
Питомий вихід вуглекислого газу при пожежі $L(\text{CO}_2)$, $\text{кг} \cdot \text{кг}^{-1}$	0,36
Гранично припустимий вміст чадного газу в атмосфері приміщення $X(\text{CO})$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	$1,16 \cdot 10^{-3}$
Гранично припустимий вміст вуглекислого газу в атмосфері приміщення $X(\text{CO}_2)$, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$	0,11
Коефіцієнт безпеки при евакуації k_b	0,8

Особливості розташування льону у приміщенні: частина горючого матеріалу (льону) з масою M_1 рівномірно розкладена на підлозі, а частина з масою M_2 знаходиться на стрічці транспортера шириною b . Маса першої та другої частини льону, а також ширина стрічки транспортера вказані у варіанті завдання.

Обґрунтування схеми розвитку пожежі

Оскільки можливе загорання як складованого льону, так і льону, що транспортується, можливі дві схеми розвитку пожежі. При горінні льону найбільш небезпечними токсичними продуктами горіння є чадний і вуглекислий газ.

Указівка до розрахунків: якщо під час обчислень критичної тривалості пожежі за наведеними нижче формулами у будь-якому з підпунктів 2.2–2.6 (формули 3.6–3.10) та 3.2–3.6 (формули 3.14–3.18) під знаком логарифма буде від'ємне число, то ця критична тривалість пожежі виключається з розгляду.

Порядок виконання завдання

1. Визначаються спільні для обох схем параметри.

1.1 Визначається висота робочої зони:

$$h = h_{\text{відм}} + 1,7 - 0,5 \cdot \delta, \text{ м.} \quad (3.1)$$

1.2 Визначається вільний об'єм приміщення:

$$V_{\text{вільн}} = 0,8 \cdot L \cdot S \cdot H, \text{ м}^3. \quad (3.2)$$

1.3. Визначається комплекс B :

$$B = \frac{353 \cdot C_p \cdot V_{\text{вільн}}}{(1 - \varphi) \cdot \eta \cdot Q}. \quad (3.3)$$

1.4 Визначається параметр z :

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right). \quad (3.4)$$

2. Визначається критична тривалість пожежі для першої обраної схеми пожежі – горіння складованого льону.

2.1 Розраховується параметр A_I :

$$A_I = 1,05 \cdot \psi \cdot v^2. \quad (3.5)$$

2.2 Визначається критична тривалість пожежі за підвищеною температурою:

$$t_{крI}^{ПТ} = \left\{ \frac{B}{A_I} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n_I}}, \text{ с.} \quad (3.6)$$

2.3 Визначається критична тривалість пожежі за втратою видимості:

$$t_{крI}^{BB} = \left\{ \frac{B}{A_I} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_I}}, \text{ с.} \quad (3.7)$$

2.4 Визначається критична тривалість пожежі за зниженим вмістом кисню:

$$t_{крI}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_I} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L(O_2)}{V_{вільн}} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_I}}, \text{ с.} \quad (3.8)$$

2.5 Визначається критична тривалість пожежі за досягненням граничної концентрації чадного газу:

$$t_{крI}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A_I} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO)}{B \cdot L(CO) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_I}}, \text{ с.} \quad (3.9)$$

2.6 Визначається критична тривалість пожежі по досягненню граничної концентрації вуглекислого газу:

$$t_{крI}^{CO_2} = \left\{ \frac{B}{A_I} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO_2)}{B \cdot L(CO_2) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_I}}, \text{ с.} \quad (3.10)$$

2.7 Визначається критична тривалість пожежі:

$$t_{крI} = \min \{ t_{крI}^{ПТ}, t_{крI}^{BB}, t_{крI}^{O_2}, t_{крI}^{CO}, t_{крI}^{CO_2} \}, \text{ с} \quad (3.11)$$

2.8 Визначається маса льону, що згорів до моменту $t_{кр1}$:

$$m_l = A_l \cdot (t_{кр1})^{n_l}, \text{ кг.} \quad (3.12)$$

2.9 Порівнюється значення m_l зі значенням M_l . Якщо $m_l > M_l$, то ця схема пожежі виключається з подальшого розгляду.

3 Визначається критична тривалість пожежі для другої обраної схеми – горіння льону, що розташований на стрічці транспортера.

3.1 Розраховується параметр A_2 :

$$A_2 = \psi \cdot v \cdot b. \quad (3.13)$$

3.2 Визначається критична тривалість пожежі за підвищеною температурою:

$$t_{кр2}^{ПТ} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.14)$$

3.3 Визначається критична тривалість пожежі за втратою видимості:

$$t_{кр2}^{ВВ} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.15)$$

3.4 Визначається критична тривалість пожежі за зниженим вмістом кисню:

$$t_{кр2}^{O_2} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{0,044}{\left(\frac{B \cdot L(O_2)}{V_{вільн}} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.16)$$

3.5 Визначається критична тривалість пожежі за досягненням граничної концентрації чадного газу:

$$t_{кр2}^{CO} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO)}{B \cdot L(CO) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.17)$$

3.6 Визначається критична тривалість пожежі за досягненням граничної концентрації вуглекислого газу:

$$t_{кр2}^{CO_2} = \left\{ \frac{B}{A_2} \cdot \ln \left[1 - \frac{V_{вільн} \cdot X(CO_2)}{B \cdot L(CO_2) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{\frac{1}{n_2}}, \text{ с.} \quad (3.18)$$

3.7 Визначається критична тривалість пожежі:

$$t_{кр2} = \min\{t_{кр2}^{ПТ}, t_{кр2}^{ВВ}, t_{кр2}^{O_2}, t_{кр2}^{CO}, t_{кр2}^{CO_2}\}, c \quad (3.19)$$

3.8 Визначається маса льону, що згорів до моменту $t_{кр2}$:

$$m_2 = A_2 \cdot (t_{кр2})^{n_2}, кг. \quad (3.20)$$

3.9 Порівнюється значення m_2 зі значенням M_2 . Якщо $m_2 > M_2$, то ця схема пожежі виключається з подальшого розгляду.

4. Із двох схем (якщо жодна з них не виключена з розгляду) обирається та, для якої критична тривалість пожежі є мінімальною:

$$t_{кр} = \min\{t_{кр1}, t_{кр2}\}, c. \quad (3.21)$$

5. Розраховується необхідний час евакуації людей із приміщення підготовчого цеху льонокомбінату при пожежі:

$$t_{нб} = k_{б} \cdot t_{кр}, c. \quad (3.22)$$

Контрольні запитання

1. Як визначається кількість, розміри та конструктивне виконання евакуаційних шляхів і виходів?
2. Які небезпечні чинники пожежі Ви знаєте?
3. Що розуміють під критичною тривалістю пожежі?
4. Що розуміють під необхідним часом евакуації?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ АКУМУЛЯТОРНОГО ПРИМІЩЕННЯ ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ ТА ПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

Мета – оволодіти навичками визначення категорії акумуляторного приміщення для заряджання акумуляторних батарей СК-4 та СК-1.

Зміст роботи

Загальні відомості

Категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення – класифікаційна характеристика вибухопожежної та пожежної небезпеки приміщення, що визначається кількістю та пожежовибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів розміщених у них виробництв.

За вибухопожежною та пожежною небезпекою приміщення поділяють на категорії А, Б, В, Г і Д.

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою визначають для найбільш несприятливого щодо виникнення пожежі або вибуху періоду виходячи з виду горючих речовин і матеріалів, які знаходяться (обертаються) в апаратах і приміщеннях, їх кількості, пожежонебезпечних властивостей, особливостей технологічних процесів.

Визначати категорію приміщень треба послідовно за низхідною – від більш вибухопожежонебезпечної категорії А до Д.

Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою приймаються відповідно до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Категорії приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) у приміщенні
А Вибухопожежо- небезпечна	Горючі гази (ГГ), легкозаймисті рідини (ЛЗР) з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні газопароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, який перевищує 5 кПа. Речовини і матеріали, здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, у такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа
Б Вибухопожежо- небезпечна	Горючий пил, волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини (ГР) в такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, у разі займання яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа
В Пожежо- небезпечна	ГГ, ЛЗР, ГР і важкогорючі рідини, а також речовини та матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти; горючий пил і волокна, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (обертаються), не відносяться до категорій А, Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легкозаймистих та горючих речовин на окремих ділянках ¹ площею не менше 10 м ² кожна перевищує 180 МДж/м ² ²

Продовження табл. 4.1

Г	Негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я; ГГ, рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо
Д	Речовини і матеріали, що вказані вище для категорій приміщень А, Б, В (крім ГГ) у такій кількості, що їх питома пожежна навантага для твердих і рідких горючих речовин на окремих ділянках площею не менше 10 м^2 кожна не перевищує 180 МДж/м^2 , а також, негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані, за умови, що приміщення, в яких знаходяться (обертаються) вищевказані речовини і матеріали, не відносяться до категорій А, Б і В

Примітка 1. Площа окремих ділянок для твердих і рідких важкогорючих, горючих та легкозаймистих речовин, що утворюють пожежну навантагу, визначають за розмірами проекції їхньої площі розміщення (складування), а також площі розливу під час розрахункових аварій на горизонтальну поверхню підлоги.

Примітка 2. Приміщення відноситься до категорії В, якщо його площа менше або дорівнює 10 м^2 і в ньому знаходяться (обертаються) горючі матеріали і речовини, що утворюють пожежну навантагу, за умови, що приміщення не відноситься до категорії А і Б.

Завдання

Розглядається акумуляторне приміщення для заряджання акумуляторних батарей СК-1 та СК-4 (рис. 4.1):

При розрахунку надлишкового тиску вибуху за розрахунковий приймається найбільш несприятливий у відношенні вибуху період, пов'язаний з формуванням та заряджанням повністю розряджених батарей із напругою 2,3 В на елемент і найбільшою кількістю зарядного струму, що перевищує в чотири рази максимальний струм заряджання.

Для виконання завдання необхідно:

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 4.2 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

2. Визначити категорію приміщення. В разі віднесення приміщення до категорії А, розглянути можливість зниження категорії за рахунок улаштування аварійної вентиляції, що дає змогу зменшити концентрацію водню.

3. Збільшити або зменшити задану розрахункову температуру повітря у приміщенні t_p на 3°C . Виконати пункт 2 завдання.

4. Зробити висновок про вплив температури повітря $t_p, ^\circ\text{C}$ у приміщенні на надлишковий тиск вибуху $\Delta P, \text{кПа}$ у приміщенні.

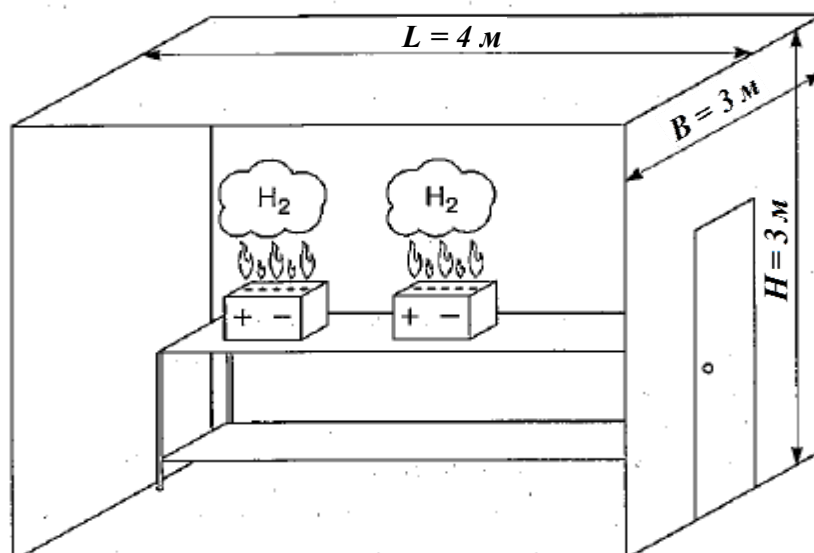


Рис. 4.1 – Схема приміщення для заряджання акумуляторних батарей

Таблиця 4.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Параметри приміщення	$L, м$	
	$S, м$	
	$H, м$	
Початковий тиск у приміщенні $P_0, кПа$		101
Максимальний тиск у приміщенні $P_{max}, кПа$		730
Розрахункова температура повітря у приміщенні $t_p, ^\circ C$		
Постійна Фарадея $F, А \cdot с \cdot кмоль^{-1}$		$9,65 \cdot 10^4$
Атомна одиниця маси водню $A, кг \cdot моль^{-1}$		$1 \cdot 10^{-3}$
Валентність водню Z		1
Розрахунковий час заряджання $T, с$		3600
Маса кіломоля водню $M, кг \cdot моль^{-1}$		2
Об'єм кіломоля газу за нормальних умов $V_0, м^3 \cdot кмоль^{-1}$		22,413
Кількість атомів водню в молекулі палива n_H		2
Коефіцієнт температурного розширення газу $\alpha, град^{-1}$		0,00367
Кількість акумуляторів у батареї СК-1 $n_{СК-1}, шт$		13
Максимальний струм заряджання батареї СК-1 $I_{СК-1}, А$		9
Кількість акумуляторів у батареї СК-4 $n_{СК-4}, шт$		12
Максимальний струм заряджання батареї СК-4 $I_{СК-4}, А$		36
Коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення і неадіабатичність процесу горіння K_n		3

Порядок виконання завдання

1. Розраховується маса водню, що виділяється в одному елементі при усталеній динамічній рівновазі між силою зарядного струму та кількістю газу, що виділяється:

$$M_{IT} = \frac{I}{F} \cdot \frac{A}{Z}, кг \cdot A^{-1} \cdot c^{-1}. \quad (4.1)$$

2. Розраховується густина водню:

$$\rho_2 = \frac{M}{V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_p)}, кг \cdot м^{-3}. \quad (4.2)$$

3. Розраховується об'єм водню, що надходить до акумуляторного приміщення під час заряджання двох батарей:

$$V_n = \frac{M_{IT}}{\rho_2} \cdot 4 \cdot (I_{CK-1} \cdot n_{CK-1} + I_{CK-4} \cdot n_{CK-4}) \cdot T, \text{ м}^3. \quad (4.3)$$

4. Розраховується стехіометричний коефіцієнт для водню:

$$\beta = n_C + \frac{n_H + n_X}{4} - \frac{n_O}{2}. \quad (4.4)$$

5. Розраховується стехіометрична концентрація водню:

$$C_{ст} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \%. \quad (4.5)$$

6. Розраховується вільний об'єм приміщення:

$$V_{вільн} = 0,8 \cdot L \cdot S \cdot H, \text{ м}^3. \quad (4.6)$$

7. Розраховується надлишковий тиск вибуху:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \cdot \frac{V_n \cdot Z \cdot 100 \cdot I}{V_{вільн} \cdot C_{ст} \cdot K_n}, \text{ кПа}. \quad (4.7)$$

Якщо $\Delta P > 5 \text{ кПа}$, тобто коли це приміщення належить до категорії А, необхідно виконати пункти 8 та 9 для визначення кратності повітрообміну аварійної вентиляції, яка забезпечить зниження категорії приміщення.

8. Розраховується об'єм водню, що потрапляє до акумуляторного приміщення при розрахунковому тиску вибуху $\Delta P^* = 4,99 (< 5 \text{ кПа})$:

$$V_n^* = \frac{\Delta P^* \cdot V_{вільн} \cdot C_{ст} \cdot K_n}{(P_{max} - P_0) \cdot Z \cdot 100}, \text{ м}^3. \quad (4.8)$$

9. Розраховується кратність повітрообміну при надходженні визначеного у пункті 8 об'єму водню:

$$A = \frac{V_n}{V_n^*} - 1, \text{ год}^{-1}. \quad (4.9)$$

Контрольні запитання

1. Які приміщення зараховують до категорії А за вибухопожежною та пожежною безпекою?

2. Які приміщення зараховують до категорії Б за вибухопожежною та пожежною безпекою?

3. Які приміщення зараховують до категорії В за вибухопожежною та пожежною безпекою?

4. Які приміщення зараховують до категорії Г за вибухопожежною та пожежною безпекою?

5. Які приміщення зараховують до категорії Д за вибухопожежною та пожежною безпекою?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МАСИ ГОРЮЧОГО ПИЛУ В АПАРАТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО БЛОКУ Й ІНТЕНСИВНОСТІ ПИЛОВІДКЛАДЕНЬ НА НАДЛИШКОВИЙ ТИСК ВИБУХУ НА ДІЛЬНИЦІ ОДЕРЖАННЯ ПОРОШКУ КАРБОНІЛЬНОГО ЗАЛІЗА

Мета роботи – оволодіти навичками визначення надлишкового тиску вибуху у приміщеннях, де обертається горючий пил, і вміти визначати вплив на нього заданих характеристик технологічного блоку та інтенсивності пило відкладень, категорію за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Зміст роботи

Загальні відомості

Горючий пил – пил, суміш повітря з яким у визначених пропорціях за атмосферних тиску та температури створює вибухонебезпечне пилоповітряне середовище.

Вибухонебезпечний пил (група А) – пил з нижньою межею поширення полум'я до 65 г/м^3 .

Найбільш вибухонебезпечний пил (І клас) – пил з нижньою межею поширення полум'я до 15 г/м^3 (пил сірки, каніфолі, нафталіну, сухого молока, торфу).

Вибухонебезпечний пил (ІІ клас) – пил з нижньою концентраційною межею поширення полум'я від 15 г/м^3 до 65 г/м^3 (пил кави, чаю, борошна, вугілля, сіна, гороху).

Пожежонебезпечний пил (група Б) – пил з нижньою межею поширення полум'я більше 65 г/м^3 .

Найбільш пожежонебезпечний пил (ІІІ клас) – пил з температурою самозаймання до 250°C (пил тютюну).

Пожежонебезпечний пил (ІV клас) – пил з температурою самозаймання більше 250°C (деревний та вугільний пил).

Завдання

1. Вивчити положення п. 7.3 [3].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 5.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів):
 2. Розрахувати надлишковий тиск вибуху на ділянці одержання порошку карбонільного заліза відповідно до своїх вихідних даних для різних значень параметра m_a (задається викладачем).
- Після кожного розрахунку встановити категорію приміщення за вибухопожежною та пожежною небезпекою за значенням надлишкового тиску вибуху.
3. Побудувати графіки залежності надлишкового тиску вибуху від маси горючого пилу в апараті технологічного блоку, тобто $\Delta P = f(m_a)$;
4. Зробити висновки стосовно отриманої залежності.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Розміри приміщення	Довжина L , м	
	Ширина S , м	
	Висота H , м	
Початковий тиск у приміщенні P_0 , кПа		101
Початкова температура повітря у приміщенні T_0 , К		
Теплоємність повітря C_p , кДж·кг ⁻¹ ·К ⁻¹		1,01
Теплота згоряння порошку H_T , кДж·кг ⁻¹		4794
Коефіцієнт участі завислого пилу у вибуху Z		0,5
Коефіцієнт, що враховує негерметичність приміщення й неадіабатичність процесу горіння K_H		3,0
Коефіцієнт пиління K_{II}		1,0
Частина горючого пилу в загальній масі відкладеного пилу K_{Γ}		0,9
Частина відкладеного пилу, здатного перейти в завислий стан $K_{зав}$		0,9
Коефіцієнт ефективності прибирання пилу K_Y		0,7
Маса горючого пилу в апараті технологічного блоку m_a , кг		
Подача пилу в апарат q , кг·с ⁻¹		
Площа легкодоступних для прибирання місць F_{∂} , м ²		
Площа важкодоступних для прибирання місць F_{ϵ} , м ²		
Кількість циклів роботи (змін) між поточними прибираннями n_{∂}		
Кількість циклів роботи (змін) між генеральними прибираннями n_{ϵ}		
Тривалість одного циклу пиловиділення (зміни) τ_{II} , год		
Маса пилу, що осідає на 1-му кв. метрі легкодоступних для прибирання місць m_{∂} , кг		
Маса пилу, що осідає на 1-ому кв. метрі важкодоступних для прибирання місць m_{ϵ} , кг		

Порядок проведення розрахунків

1. Визначають щільність повітря при заданій температурі:

$$\rho = \frac{P_0 \cdot 10^3}{287,4 \cdot T_0}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (5.1)$$

2. Визначають інтенсивність пиловідкладень на доступних для прибирання місцях:

$$j_{\partial} = \frac{m_{\partial}}{\tau_{II} \cdot 3600}, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (5.2)$$

3. Визначають інтенсивність пиловідкладень на важкодоступних для прибирання місцях:

$$j_{\epsilon} = \frac{m_{\epsilon}}{\tau_{II} \cdot 3600}, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (5.3)$$

4. Визначають максимально можливу кількість пилу, що відклався до моменту аварії:

$$m_n = 3600 \cdot (j_{\partial} \cdot F_{\partial} \cdot n_{\partial} + j_{\epsilon} \cdot F_{\epsilon} \cdot n_{\epsilon}) \cdot \tau_{II} \cdot \frac{K_{\Gamma}}{K_Y}, \text{ кг}. \quad (5.4)$$

5. Визначають масу пилу, що потрапляє до приміщення у разі розгерметизації технологічного блоку:

$$m_{\text{бл}} = (m_a + q \cdot 120) \cdot K_{\text{П}}, \text{ кг}. \quad (5.5)$$

6. Визначають масу пилу в приміщенні у стані аерозолю, що утворився внаслідок аварійної ситуації:

$$m^* = m_{\text{бл}} + m_n \cdot K_{\text{зав}}, \text{ кг}. \quad (5.6)$$

7. Визначають масу пилу, що бере участь в утворенні реальних зон вибухонебезпечних концентрацій:

$$m = m^* \cdot Z, \text{ кг}. \quad (5.7)$$

8. Визначають вільний об'єм приміщення:

$$V_{\text{вільн}} = 0,8 \cdot L \cdot S \cdot H, \text{ м}^3. \quad (5.8)$$

9. Визначають надлишковий тиск вибуху для горючого пилу:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_{\text{вільн}} \cdot \rho \cdot C_p \cdot T_0 \cdot K_H}, \text{ кПа}. \quad (5.9)$$

Контрольні запитання

1. Яких значень набуває коефіцієнт ефективності прибирання пилу вручну в разі сухого прибирання і у разі вологого прибирання?

2. Яких значень набуває коефіцієнт ефективності прибирання пилу з використанням автоматичних засобів прибирання для рівної підлоги і для підлоги з вибоїнами?

3. Що розуміють під важкодоступними для прибирання площами?

4. Яку категорію приміщення приймають за умови відсутності даних про масу горючого пилу та волокон, що виділяється в об'ємі приміщення між прибираннями, про масу пилу, що осідає на важкодоступних для прибирання місцях?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЇ ЗОВНІШНЬОЇ УСТАНОВКИ З ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Мета роботи – оволодіти навичками визначення категорії зовнішньої установки з вибухопожежної та пожежної небезпеки.

Зміст роботи

Загальні відомості

Зовнішня установка – установка, яка розміщена поза приміщеннями (ззовні будинків), просто неба або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями.

Температура спалаху (t_{cn}) – найменша температура конденсованої речовини, за якої в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюються пара, здатна спалахувати в повітрі від зовнішнього джерела запалювання, при цьому стійкого горіння не виникає.

Категорії зовнішніх установок (ЗУ) за вибухопожежною та пожежною небезпекою приймають відповідно до таблиці 6.1. Визначення категорій зовнішніх установок слід здійснювати шляхом послідовної перевірки їхньої належності до категорій, наведених у таблиці 6.1, від вищої (A_3) до нижчої (D_3).

У таблиці 6.1 одними з критеріїв, за якими зовнішня установка відноситься до певної категорії, є:

- горизонтальний розмір зони (відстань від апарата (установки) до межі зони, що обмежує газопароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини (ГР) вище нижньої концентраційної межі поширення полум'я (C_{HKMP}));
- розрахунковий надлишковий тиск у разі загоряння газо-, паро- або пилоповітряної суміші;
- інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі.

Таблиця 6.1 – Категорії зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

Категорія зовнішньої установки	Критерії віднесення зовнішньої установки до тієї або іншої категорії за вибухопожежною та пожежною небезпекою
A_3 Вибухопожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії A_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази (ГГ); легкозаймисті рідини (ЛЗР) з $t_{cn} \leq 28^\circ C$; речовини і/або матеріали, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним. Горизонтальний розмір зони, що обмежує газо-, пароповітряні суміші із концентрацією ГР вище C_{HKMP} , перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих газів і парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння газо-, пароповітряної суміші, речовин і/або матеріалів, які здатні вибухати і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря і /або один з одним на відстані 30 м від ЗУ перевищує 5 кПа.
B_3 Вибухопожежонебезпечна	ЗУ відноситься до категорії B_3 , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі пил і/або волокна; ЛЗР з $t_{cn} > 28^\circ C$; горючі рідини. Горизонтальний розмір зони, що обмежує пароповітряні суміші із концентрацією ГР вище C_{HKMP} , перевищує 30 м (даний критерій застосовується тільки для горючих парів) і/або розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння паро- або пилоповітряної суміші на відстані 30 м від ЗУ перевищує 5 кПа

Продовження табл. 6.1

В_з Пожежоне- безпечна	ЗУ відноситься до категорії В _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, горючі пил і волокна, тверді горючі і/або важкогорючі речовини і матеріали, а також речовини і/або матеріали, які здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним вибухати і горіти або тільки горіти за умови, що ЗУ не відноситься до категорій А _з або Б _з . Інтенсивність теплового випромінювання від осередку пожежі на відстані 30 м від зовнішньої установки перевищує 4 кВт·м ⁻²
Г_з	ЗУ відноситься до категорії Г _з , якщо в ній знаходяться (обертаються) негорючі речовини і/або матеріали в гарячому, розпеченому і/або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і/або полум'я, а також горючі гази, рідини і/або тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо
Д_з	ЗУ відноситься до категорії Д _з , якщо вона не відноситься до категорій А _з , Б _з , В _з , Г _з .

Завдання

У якості зовнішньої установки розглядається резервуар з нафтопродуктом (бензинова фракція). Для виконання завдання необхідно:

1. Вивчити п.10 [3].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 6.2 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

Таблиця 6.2 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Об'єм резервуару $V_{рез}, м^3$		
Ступінь заповнення резервуару ε		
Площа обвалування $F_{обв}, м^2$		
Атмосферний тиск $P_0, кПа$		101
Розрахункова температура повітря $t_p, ^\circ C$		
Щільність бензинової фракції $\rho, кг \cdot м^{-3}$		798
Молярна маса бензинової фракції $M, кг \cdot кмоль^{-1}$		97
Об'єм кіломоля газу за нормальних умов $V_0, м^3 \cdot кмоль^{-1}$		22,413
Константи Антуана:	A	5,0702
	B	682,876
	C_a	222,066
Коефіцієнт участі горючих газів і парів у вибуху Z		0,1
Коефіцієнт, який враховує швидкість та температуру повітряного потоку на процес випаровування η		2,4
Питома теплота згоряння газу або пару $Q_{зг}, Дж \cdot кг^{-1}$		$43,641 \cdot 10^6$
Нижня концентраційна межа поширення полум'я парів $C_{НКМП}, \%$		0,96
Відстань від геометричного центру газоповітряної хмари $r, м$		30
Розрахункова константа $Q_0, Дж \cdot кг^{-1}$		$4,52 \cdot 10^6$

3. Розрахувати горизонтальні розміри зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я.

4. Визначити, чи буде в радіусі 30 м від зовнішньої установки утворюватися надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа.

5. Визначити категорію зовнішньої установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

6. Збільшити, або зменшити (залежно від варіанта завдання) задану розрахункову температуру повітря t_p на вказане викладачем значення. Виконати пункти 3 та 4 завдання.

7. Зробити висновок про вплив температури повітря t_p на горизонтальні розміри зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я R_{HKMP} .

Порядок проведення розрахунків

1. Визначають тиск насичених парів:

$$P_n = 10^{\left(A - \frac{B}{C_a + t_p}\right)}, \text{ кПа.} \quad (6.1)$$

2. Визначають інтенсивність випаровування:

$$W_g = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_n, \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}. \quad (6.2)$$

3. Визначають тривалість надходження парів до відкритого простору:

$$\tau = \frac{V_{pez} \cdot \rho \cdot \varepsilon}{W_g \cdot F_{обг}}, \text{ с.} \quad (6.3)$$

Якщо $\tau > 3600$ с, то приймається $\tau = 3600$ с.

4. Визначають масу парів, що надійшли до відкритого простору:

$$m_n = \tau \cdot W_g \cdot F_{обг}, \text{ кг.} \quad (6.4)$$

5. Визначають щільність парів при розрахунковій температурі:

$$\rho_n = \frac{M}{V_0(1 + 0,00367 \cdot t_p)}, \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (6.5)$$

6. Визначають горизонтальні розміри зони, які обмежують область концентрацій, що перевищують нижню концентраційну межу поширення полум'я:

$$R_{HKMP} = 3,1501 \cdot \sqrt{\frac{\tau}{3600}} \cdot \left(\frac{P_n}{C_{HKMP}}\right)^{0,813} \cdot \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot P_n}\right)^{0,333}, \text{ м.} \quad (6.6)$$

7. Визначають приведену масу парів

$$m_{np} = \left(\frac{Q_{зг}}{Q_0}\right) \cdot m_n \cdot Z, \text{ кг.} \quad (6.7)$$

8. Визначають, чи буде в радіусі 30 м від зовнішньої установки утворюватися надлишковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(0,8 \cdot \frac{m_{np}^{0,33}}{r} + 3 \cdot \frac{m_{np}^{0,66}}{r^2} + 5 \cdot \frac{m_{np}}{r^3}\right), \text{ кПа.} \quad (6.8)$$

9. Приймається рішення про категорію зовнішньої установки.

Контрольні запитання

1. Що таке зовнішня установка?
2. Що таке температура спалаху?
3. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії A_3 ?
4. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії B_3 ?
5. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії B_3 ?
6. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії Γ_3 ?
7. Які критерії віднесення зовнішньої установки до категорії D_3 ?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА РІВЕНЬ ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ «ЛЕГКОЗАЙМИСТА РЕЧОВИНА – РЕЗЕРВУАР ВЕРТИКАЛЬНИЙ СТАЛЬНИЙ» ГЕОГРАФІЧНОЇ ШИРОТИ МІСЦЯ ЇЇ РОЗТАШУВАННЯ

Мета роботи – оволодіти навичками визначення рівня вибухонебезпеки технологічної системи «легкозаймиста речовина – резервуар вертикальний стальний» («ЛЗР – РВС») та вміти визначати вплив на нього географічної широти її розташування.

Зміст роботи

Загальні відомості

Одним з основних параметрів при аналізі ризику пожежі є рівень вибухонебезпеки технологічної системи. Рівень вибухонебезпеки змінюється в межах від нуля до одиниці.

Під рівнем вибухонебезпеки технологічної системи розуміють відношення суми періодів $\tau_{ВНК}$, коли робоча концентрація пари ЛЗР (ϕ_n) усередині системи знаходиться в області вибухонебезпечних значень, до певного періоду функціонування $\tau_{функ}$, наприклад, до року, тобто:

$$Z = \frac{\sum \tau_{ВНК}(\phi_{нп} \leq \phi_n \leq \phi_{вп})}{\tau_{функ}}. \quad (7.1)$$

Найбільша складність виникає при визначенні концентрації пари рідини в апараті при дії на технологічну систему низки різних збурюючих чинників. Із цією метою, як правило, проводять спеціальні дослідження, на основі яких розробляють методи розрахунку рівня вибухонебезпеки технологічних систем.

В основу методу розрахунку рівня вибухонебезпеки технологічної системи «РВС – ЛЗР» покладені результати досліджень, проведених в Академії ДПС МНС Росії щодо вивчення пожежної небезпеки технології зберігання нафтопродуктів у сталевих вертикальних резервуарах із стаціонарним дахом.

Завдання

1. Вивчити положення [1].
2. Представити вихідні дані згідно зі своїм варіантом у вигляді таблиці 7.1 (значення, що вже внесені до таблиці, є однаковими для всіх варіантів).

Таблиця 7.1 – Вихідні дані

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Географічна широта місця розташування системи $\psi, ^\circ$	
Номер місяця року $N_{\text{м}}$	
Кількість безхмарних днів у місяці $N_{\text{об}}$	
Загальна кількість днів у місяці $N_{\text{д}}$	
Середньомісячна температура навколишнього повітря для місяця $t_n, ^\circ\text{C}$	
Максимальна добова амплітуда коливань температури навколишнього повітря для місяця $\Delta t_{n \max}, ^\circ\text{C}$	
Діаметр РВС $d_p, \text{м}$	
Висота РВС $h_p, \text{м}$	
Найменування ЛЗР	
Щільність ЛЗР $\rho_{\text{ЛЗР}}, \text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$	

Продовження табл. 7.1

Рівень вливу ЛЗР в РВС $h_{ЛЗР}, м$	
Теплоємність ЛЗР $C_{ЛЗР}, Дж \cdot кг^{-1} \cdot K^{-1}$	2000
Нижня температурна межа поширення полум'я, $t_{нп}, ^\circ C$	
Коефіцієнт тепловіддачі у складному променисто-конвективному теплообміні від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, у навколишнє середовище $\alpha_{об-н}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	10,7
Коефіцієнт тепловіддачі у складному променисто-конвективному теплообміні від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до пароповітряної суміші $\alpha_{об-пс}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	2,5
Наведений коефіцієнт тепловіддачі від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до ЛЗР $\alpha_{об-ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	0,73
Коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням від оболонки, яка обмежує газовий простір резервуара, до ЛЗР $\alpha_{вип-ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	5,3
Коефіцієнт тепловіддачі від пароповітряної суміші до поверхневого шару ЛЗР $\alpha_{пс-ли-ЛЗР}, Вт \cdot м^{-2} \cdot K^{-1}$	5,3
Коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ЛЗР}, Вт \cdot м^{-1} \cdot K^{-1}$	0,11
Коефіцієнт прозорості атмосфери $k_{ам}$	0,7

3. Визначити рівень вибухонебезпеки технологічної системи «ЛЗР-РВС».

4. Змінюючи географічну широту місця в діапазоні, запропонованому викладачем, оцінити її вплив на рівень вибухонебезпеки технологічної системи «ЛЗР – РВС».

Порядок виконання роботи

1. Визначають максимальну середньомісячну температуру навколишнього повітря:

$$t_{n-max} = t_n + \Delta t_{n-max}/2, ^\circ C. \quad (7.2)$$

2. Визначають площу дзеркала випаровування ЛЗР у РВС:

$$f_{ЛЗР} = \pi \cdot d_p^2/4, м^2. \quad (7.3)$$

3. Визначають площу оболонки, яка обмежує газовий простір РВС:

$$f_{об} = f_{ЛЗР} + \pi \cdot d_p \cdot (h_p - h_{ЛЗР}), м^2. \quad (7.4)$$

4. Визначають усереднене значення розрахункового схилення сонця для місяця:

$$\xi = 22,7 \cdot \sin(295 - 30 \cdot N_{\text{м}}), ^\circ. \quad (7.5)$$

5. Визначають площу оболонки, яка обмежує газовий простір РВС і на яку впливає сонячна радіація:

$$f_{об-ср} = d_p \cdot (h_p - h_{ЛЗР}) \cdot \sin(\psi - \xi) + f_{ЛЗР} \cdot \cos(\psi - \xi), м^2. \quad (7.6)$$

6. Визначають щільність упадного теплового потоку від сонця на майданчик, який розташований перпендикулярно до напрямку сонячних променів:

$$q_c = 1325 \cdot k_{ам} \frac{1}{\cos(\psi - \xi)}, Вт \cdot м^{-2}. \quad (7.7)$$

7. Визначають теплову навантагу на резервуар від сонячної радіації:

$$q_{л} = 0,7 \cdot q_c \cdot f_{об-ср}/f_{об}, Вт \cdot м^{-2}. \quad (7.8)$$

8. Визначають тривалість світлового дня в місяці:

$$\tau_{\text{д}} = 11,9 + 5,7 \cdot \sin(267 - 27 \cdot N_{\text{м}}), год. \quad (7.9)$$

9. Визначають показник температурного поля у поверхневому шарі ЛЗР у резервуарі:

$$m_{ЛЗР} = \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho_{ЛЗР} \cdot c_{ЛЗР}}{7200 \cdot \lambda_{ЛЗР} \cdot \tau_{\partial}}}, M^{-1}. \quad (7.10)$$

10. Визначають максимальну температуру поверхневого шару ЛЗР у резервуарі:

$$t_{ни ЛЗР-max} = \frac{\frac{q_{л} + \alpha_{об-n}(t_{n-max} - t_n)}{\alpha_{об-n} + \alpha_{об-ЛЗР} + \alpha_{вип-ЛЗР} \cdot f_{ЛЗР} / f_{об}}}{1 + \frac{m_{ЛЗР} \cdot \lambda_{ЛЗР}}{\alpha_{nc-ни ЛЗР}} \left(1 + \frac{f_{ЛЗР}}{f_{об}} \frac{\alpha_{nc-ни ЛЗР}}{\alpha_{об-nc}} \right)} + t_n, ^{\circ}C. \quad (7.11)$$

11. Визначають параметр Θ :

$$\theta = \frac{t_{nn} - t_n}{t_{ни ЛЗР-max} - t_n}. \quad (7.12)$$

12. Визначають тривалість існування вибухонебезпечної концентрації всередині резервуара (значення $\arcsin \theta$ обчислюють у радіанах):

$$\tau_{ВНК} = \begin{cases} 0 \text{ год, якщо } \theta \geq 1; \\ 24 \text{ год, якщо } \theta \leq 0; \\ \tau_{\partial} \cdot \left(1 - \frac{2}{\pi} \cdot \arcsin \theta \right), \text{ год, якщо } 0 < \theta < 1. \end{cases} \quad (7.13)$$

13. Визначають рівень вибухонебезпеки технологічної системи у заданому місяці:

$$Z = \frac{N_{\partial б}}{N_{\partial}} \cdot \frac{\tau_{ВНК}}{24}. \quad (7.14)$$

Контрольні запитання

1. Що розуміють під рівнем вибухонебезпеки технологічної системи?
2. У яких межах змінюються рівень вибухонебезпеки?
3. За яких умов вибухонебезпечна концентрації всередині резервуара зберігається протягом доби?
4. За яких умов вибухонебезпечна концентрації всередині резервуара відсутня?

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 12.1.004–91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 1992–07–01. – М. : Стандартиформ, 2006. – 68 с.
2. Будівельні конструкції та їх поведінка в умовах надзвичайних ситуацій: Практикум / Ю. В. Квітковський, М. М. Удянський, О. В. Миргород та ін. – Х: НУЦЗУ, 2011. – 221 с.
3. Про затвердження Норм визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою (НАПБ В.03.002-2007): Наказ МНС України від 03.12.2007 р. № 833 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zumf.com/doc/5516>.
4. Сучков В.П. Пособие по применению методов оценки пожарной опасности технологических систем, используемых при анализе пожарных рисков / В. П. Сучков; Академия ГПС МЧС РФ. – М.: МЧС РФ 2009. – 153 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни
«ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ»
(для студентів 4-го курсу денної форми навчання
за напрямом підготовки 6.060101 «Будівництво»
спеціальності «Охорона праці в будівництві»)

Укладач **ФЕСЕНКО** Герман Вікторович

Відповідальний за випуск *В. І. Заіченко*

Редактор *К. В. Дюкар*

Комп'ютерне верстання *К. А. Алексанян*

План 2012, поз. 240 М

Підп. до друку 02.10.2012

Друк на різнографі

Зам. №

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 1,6

Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12.05.2011 р.